2019

C-undersøkelse ved Varpet i Lurøy kommune, oktober 2018

Nova Sea AS

Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS

NORSK AKKREDITERING TEST 303

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger

Mobil: 905 16 947
E-post: post@aqua-kompetanse.no
Internett: www.aqua-kompetanse.no
Bankgiro: 4400.07.25541
Org. Nr.: 982 226 163

Rapportens tittel:

C-undersøkelse ved Varpet i Lurøy kommune, oktober 2018

Forfattere: Kari-Elise Fredriksen og Vidar Strøm

Feltdato: 11-12.10.2018 Toktleder: Kari-Elise Fredriksen	Rapportdato: 25.02.2019 Rapportnummer: 260-10-18C	Antall sider uten vedlegg: 22 Antall sider totalt: 58
Oppdragsgiver: Nova Sea AS		Kontaktperson: Samuel Anderson
Lokalitet: Varpet	Lokalitetsnummer: Ny lokalitet	Driftsleder: Ny lokalitet
Koordinater: 66°19.214`N 13°03.348`Ø	Fylke: Nordland Kommune: Lurøy	Omsøkt MTB: 3120 tonn Antall merder: – Merdomkrets: –
Bakgrunn for undersøkelse: forundersøkelse		

Oppsummering:
Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016. FishGuard AS har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte analyser av prøvematerialet. Eurofins AS har utført akkrediterte kobberanalyser. TOM, TOC og C/N nivåene var lave ved alle stasjoner. Sedimentene var moderat finkornet på samtlige stasjoner. Kobbernivå ved C1 var også lavt. På alle stasjoner viste alle faunaindeksene tilstandsklasse I – svært god. Bløtbunnsamfunnet ved C1 ble klassifisert til miljøtilstand I – svært god. Samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen (C3 – C5) ga økologisk tilstandsklasse I. Bunnvannet ble tilstand I - Svært god. Da denne undersøkelsen er en forundersøkelse skal ny C-undersøkelse tas etter første produksjonssyklus.

Summary:
Aqua Kompetanse AS has carried out an accredited C-survey according to methodology described in Norwegian Standard NS 9410: 2016. FishGuard AS has performed accredited processing and analyzes of the sample material. Eurofins AS has performed accredited copper analyzes. TOM, TOC and C/N levels was low at all stations. Copper levels at station C1 was also low. The fauna index was classified to ecological condition I (very good) at all stations. The soft-bottom species society at C1 was classified to ecological condition I - very good. The transition zone (C3 – C5) was classified to ecological class I. The bottom water is classified to state I - very good. The next survey is to be taken at maximum impact at the first production cycle.

Emneord:	C-undersøkelse; forundersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna	ID 514-11 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel

Rapportansvarlig:	Kvalitetssikrer:
Vidar Strøm Kari-Elise Fredriksen	Christine Klykken

© 2019 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Nova Sea AS. I tillegg har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og akkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkrediterte analyser av dette prøvematerialet er utført av Eurofins AS for TOM, TOC, kobber, N-Kjeldahl, og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte opparbeiding og analyser av makrofauna er utført av FishGuard AS (**Vedlegg B**). Det er Aqua Kompetanse AS som står for faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene. Denne rapporten sammenfatter analyserapportene fra underleverandør sammen med hydrografiske, elektrokjemiske og sensoriske vurderinger gjort av Aqua Kompetanse. Innhenting av prøvemateriale er gjort i henhold til NS 9410:2016, og standarder og veiledere som er benyttet i denne undersøkelsen er listet i **Tabell 1**.

Tabell 1*: Standarder og veiledere benyttet for denne undersøkelsen.*

Standard/Veileder	Tittel	Bruksområde
NS 9410: 2016	Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg	Stasjonsplassering, prøvetakning, rapport
Veileder 02:2018	Klassifisering av miljøtilstand i vann	Klassifiseringstabeller til analyser
NS-EN ISO 16665: 2013	Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna	Prøvetaking
NS-EN ISO 5667:2004	Vannundersøkelse – Prøvetaking- Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder	Prøvetaking
Veileder 97:03	Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.	Klassifisering av N-TOC
Veileder M-608:2016	Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota	Klassifisering av kobber

Denne undersøkelsen ble utført som en forundersøkelse og vil si noe om miljøtilstanden i nærområdet til oppdrettslokaliteten før anlegget startet sin produksjon. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vise trender i utviklingen av miljøforholdene ved at det opprettes faste prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra undersøkelsen vil være med på å vise påvirkningstrenden ved lokaliteten over tid.

NORSK AKKREDITERING TEST 303

Aqua Kompetanse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking bunnsediment, akkrediteringsnummer TEST 303, og tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innholdsfortegnelse

Forord 2
1. Materiale og metode 5
1.1 Innsamlingsmetode 5
1.2 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr 5
1.2.1 Miljøtilstand i sediment 5
1.2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser – Økologisk tilstand og diversitetsindekser 6
1.2.3 Elektrokjemiske målinger 7
1.3 Hydrografi 8
1.4 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering 9
1.4.1 Vannstrøm 9
1.4.2 Stasjonsplassering 10
1.4.3 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering 10
2. Resultat 12
2.1 Bløtbunn – Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer 12
2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser 12
2.3 Hydrografi 14
3. Oppsummering 16
4. Referanser 17
Vedlegg A – Bilder av sediment 18
Vedlegg B – FishGuard AS rapport 21
Vedlegg C – Eurofins AS rapport 47

Tabell 2: *Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og uakkrediterte pH/Eh-målinger. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og akkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene er utført av Aqua Kompetanse AS. FishGuard AS har utført akkreditert analyse av makrofauna, Eurofins AS har utført akkrediterte analyser av TOC, TOM og kobber, N-Kjeldahl og kornstørrelse. Redokspotensial (Eh) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi; Eobs) og referansepotensial (Eref): Eh = Eobs + Eref. Aqua Kompetanse AS har utført tilstandsklassifisering av oksygentilstand etter Veileder 02:2018, klassifisering av organisk innhold etter SFT 97:03 og klassifisering av kobber etter Veileder M-608:2016.*

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggs-sone	Ytre sone	Overgangssone		Referanse-stasjon
Parameter:	**Stasjoner:**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**Cref**
Kjemi:	pH	7,80	–	–	–	–
	E_h (mV)	549,7	–	–	–	–
Oksygen:	Målt verdi (mL): O_2, tilstandsklasse:		5,5			
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018)	Antall arter (S):	77	84	87	86	84
	Antall ind. (N):	742	1147	1044	816	1004
	NQI1:	0,77	0,78	0,81	0,77	0,82
	Shann.Wien. (**H`**):	4,57	4,8	4,6	4,6	4,7
	Hurl.ind. (**ES** $_{n=100}$):	32	32	32	32	34
	ISI:	10	10	10	10	10
	NSI:	25	25	25	25	25
	nEQR:	0,86	0,87	0,87	0,86	0,88
	Økologisk tilstand:	I	I	I	I	I
	Samlet økologisk tilstand:			I		
	Miljøtilstand:	1				
	Undersøkelsesfrekvens:		Første produksjonssyklus			
SFT 97:03	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	19,1 I	16,7 I	17,8 I	19,7 I	16,1 I
Total nitrogen	TN (g/kg):	1,0	0,8	0,6	0,9	0,9
Tot. organisk materiale	TOM (%): Kommentar:	2,9 Lav	2,9 Lav	2,6 Lav	2,1 Lav	2,4 Lav
Forhold	C/N: Kommentar:	9,5 Lav	7,2 Lav	13,9 Noe høyt	9,4 Lav	9,9 Lav
Pelitt	Pelittandel (%)	47,1	38,8	47,8	37,9	59,7
Veileder M-608	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	12 I				

Tabell 3: *Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 2**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2018.*

I	II	III	IV	V

1. Materiale og metode

Akkreditert prøvetaking ble utført i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016 av Aqua Kompetanse den 11-12.10.2018 ved Kari-Elise Fredriksen. I tillegg har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten den 12.10.2018 ved Kari-Elise Fredriksen. FishGuard AS har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. Eurofins AS har stått for akkrediterte analyser av kobber, total organisk karbon (TOC) og total organisk materiale (TOM) samt uakkrediterte analyser av nitrogen og kornstørrelse. Aqua Kompetanse AS ved Kari-Elise Fredriksen og Vidar Strøm har utført akkreditert tolkning av analyseresultatene.

1.1 Innsamlingsmetode

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m² Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver ble tatt ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver ble tatt ut av ett. For makrofauna ble sedimentet skylt over en 1 mm sikt, gjenværende innhold i sikt lagt på glass og tilsatt 4% formalin bufret med borax og iblandet bengalrose. Geologi- og kjemiprøvene ble fryst ned frem til analyse.

1.2 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr

For beskrivelse av det faglige programmet for bløtbunn-undersøkelsen (bunndyr) utført av FishGuard AS se **Vedlegg B**. Det er utført geokjemiske analyser av totalt organisk materiale (TOM), totalt organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N) og kornfordeling (pelittandel, kornstørrelse <0,063 mm) av Eurofins AS, se **Vedlegg C**.

1.2.1 Miljøtilstand i sediment

Miljøtilstanden i sedimentet klassifiseres basert på normalisert TOC (nTOC; **Tabell 4**) i henhold til SFT (nå Miljødirektoratet) veileder 97:03 (Molvær et. al. 1997), og forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelittandel % <0,063 mm) i henhold til formelen

$$nTOC = målt\ TOC + 18 \times (1-F)$$

hvor F er andel av finstoff (Aure et. al., 1993). Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til kobber (Cu) ble gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608:2016

Tabell 4*: Tilstandsklassifisering for organisk innhold (nTOC) i marine sedimenter. Gjengitt etter SFT 97:03.*

Tilstandsklasse	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
nTOC mg/g	< 20	20 - 27	27 - 34	34 - 41	> 41

Tabell 5*: Tilstandsklassifisering og grenseverdier for kobber i sediment. Gjengitt etter M-608/2016.*

Tilstandsklasse	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Cu mg/kg	< 20	20 - 84	20 - 84	84 - 147	> 147

1.2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser – Økologisk tilstand og diversitetsindekser

Ved hver stasjon ble det samlet inn to replikater til kvantitative bunndyrsanalyser, og bunndyrene ble kvantifisert og identifisert til artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå av taksonomer ved FishGuard AS. FishGuard AS har utført statistiske analyser og utregning av diversitetsindekser beregnet som snitt av to replikater fra de kvantitative artslistene (se **Vedlegg B)**. Økologisk tilstandsklassifisering av diversitetsindekser (**Tabell 6**) baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (Direktoratgruppen, 2018). I tillegg ble det utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen (C3 og C4) i henhold til kapittel 8.6.3 i NS9410:2016.

Tabell 6*: Økologisk tilstandsklassifisering basert på indeksverdier. Gjengitt etter Veileder 02:2018 for vanntype H1-3.*

	Tilstandsklasse				
Indeks	**I Svært god**	**II God**	**III Moderat**	**IV Dårlig**	**V Svært dårlig**
NQI1	0,90 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H’	5,5 - 3,7	3,7 - 2,9	2,9 - 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES_{100}	46 – 23	23 – 16	16 – 9	9 – 5	5 – 0
ISI_{2012}	13,4 – 8,7	8,7 – 7,8	7,8 – 6,4	6,4 – 4,7	4,7 – 0
NSI	30 – 25	25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 0
nEQR	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	04 – 0,2	0,2 – 0,0

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er «klassiske» i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (**H’**; Shannon & Weaver, 1949) tar hensyn til antall arter og mengdefordeling mellom artene, og en lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn. Etter Veileder 02:2018 går H’ fra 0 (svært artsfattig samfunn) til 5,7 (svært artsrikt samfunn).

Bunndyrssamfunnets ømfintlighet beregnes ved hjelp av indeksene ISI (beskrevet i Rygg, 2002) og AMBI (AZTIs Marine Biotic Index; sensitivitetsindeks). AMBI tilordner en art til en økologisk gruppe[1] (ømfintlighetsklasse), og sammensetningen av bunndyrssamfunnet i form av andelen økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning. NSI (Norwegian Sensitivity Index) er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), eller Hurlberts diversitetskurver, beregner hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve, og uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. På denne måten blir diversitetsmålet uavhengig av prøvestørrelsen, og man kan dermed sammenligne lokaliteter med ulik individtetthet direkte. Hurlbert (1971) ga en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning. ES_n er

[1] Økologiske grupper: EG I: sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = foruresningsindikatorer.

forventet antall arter i en delprøve på n tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder totalt N individer og S arter, og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^{s}\left[1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}}\right]$$

der *N* = totalt antall individ i prøven, N_i = antall individ av art *i*, *n* = antall individ i en gitt delprøve (av de *N*) og *s* = totalt antall arter i prøven.

NQI1 (Norwegian quality status, version 1) er en sammensatt indeks, som bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet, og er beskrevet ved hjelp av følgende formel:

$$NQI1 = \left[0{,}5\ x\ \frac{1 - AMBI}{7} + \frac{SN}{2{,}7}\ x\ \frac{N}{N+5}\right]$$

SN er en diversitetsindeks: $SN = \frac{lnS}{ln}\ x\ lnN$ hvor S er antall arter og N er antall individer i prøven.

Normalisert EQR (nEQR; normalised ecological quality ratio) gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1, og muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme og forskjellige kvalitetselement. Observert indeksverdi regnes om til nEQR ved

$$nEQR = \frac{Indeksverdi - Klassens\ nedre\ indeksverdi}{Klassens\ øvre\ indeksverdi - Klassens\ nedre\ indeksverdi}\ x\ 0{,}2 + Klassens\ nEQR\ basisverdi$$

Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser, og er satt til:

Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (I)	= 0,8
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (II)	= 0,6
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (III)	= 0,4
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (IV)	= 0,2
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (V)	= 0,0

Hovedtrekkene i artssammensetningen blir vist i form av en topp-ti artsliste fra hver stasjon, basert på snitt av to replikater per stasjon. Artene inndeles i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) etter Rygg og Norling (2013), som går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (gruppe V).

1.2.3 Elektrokjemiske målinger

pH (syre-baselikevekter) og E_h (redokspotensial; reduksjons-oksidasjonslikevekter) ble målt i overflatesedimentet (ca. 1 cm ned) ved bruk av HQ40d multimeter og tilhørende pH- og redokselektroder (hhv. PHC201 og MTC101). Det ble også målt pH og E_{obs} i overflatevannet ved lokaliteten.

pH varierer vanligvis mellom 8,0 og 8,1 i atmosfærisk ekvilibrert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvilibrert overflatevann ligger E_h på rundt 400 mV, mens anoksiske vannmasser og sedimenter vil ha E_h ned mot -200

mV. E_h (redokspotensial) bestemmes ut fra det observerte hvilepotensialet i prøven (målt verdi; E_{obs}) og standardpotensialet til referanseelektroden (E_{ref}; **Tabell 7**):

$$E_h = E_{obs} + E_{ref}$$

Tabell 7: *Standardpotensiale til referanseelektrode. Tilpasset fra MTC101 brukermanual (Hach Company, 2014).*

Temperatur (°C)	Standardpotensiale i mV (E_{ref})
0,0 – 4,9	224
5,0 – 9,9	221
10,0 – 14,9	217
15,0 – 19,9	214

1.3 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Ekvilibrering med atmosfæren sørger for at overflatevannet i sjø holder en oksygenmetning på nært 100%, og gjerne overmettet (> 100%) på grunn av bølgebrytning, luftbobler og produksjon av oksygen gjennom fotosyntese. Under overflatevannet faller oksygeninnholdet som en følge av biologisk aktivitet, i hovedsak respirasjon fra bakterier som spiser organisk materiale som synker ned igjennom vannsøyla, så mengden løst gass varierer i tid og rom avhengig av biologisk aktivitet.

Mengden oppløst oksygen i vann blir formidlet på to hovedmåter – konsentrasjon i enten milligram eller milliliter, og metningsgrad i %. Oksygenkonsentrasjonen gir hvor mange mg/ml/mikromol oksygen som er løst i en liter av den aktuelle vannmassen. Metningsgraden gir forholdet mellom den aktuelle konsentrasjonen og den konsentrasjonen som ville blitt målt ved 100% metning, det vil si når konsentrasjonen oppløst oksygen er lik oksygenets løsbarhet. Videre er oksygenets løselighet avhengig av vannmassenes temperatur, salinitet og trykk. Med økende trykk øker løseligheten, og med økende temperatur og salinitet synker løseligheten. En vannmasse med høyere temperatur og salinitet vil derfor nå 100% metning ved lavere oksygenkonsentrasjon enn en vannmasse på samme dyp med lavere temperatur og salinitet. Oksygenkonsentrasjonen i dypvann er viktig for den helhetlige tilstanden i et område, og klassifiseringen av oksygenet i slike vannmasser er gitt i **Tabell 8**.

Tabell 8*: Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20‰ (gjengitt etter Veileder 02:2018).*

			Tilstandsklasser				
	Parameter	Måleenhet	I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygenkonsentrasjon	ml O2/ l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning*	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

**Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.*

Vannets tetthet, masse per volumdel (kg/m^3, eventuelt g/cm^3), er i hovedsak avhengig av temperatur og salinitet. Tettheten kontrollerer vannkolonnens vertikale struktur, med tettere vannmasser dypere i vannkolonnen. Ved å øke saliniteten og senke temperaturen øker tettheten, og ved å senke saliniteten og øke temperaturen minsker tettheten. Hvis en vannprofil viser at tettheten endres raskt med økende dybde har man en pyknoklin – et delingslag mellom to vannlag som har ulik tetthet, enten på grunn av forskjell i temperatur eller salinitet (hhv. termoklin og haloklin), eller en kombinasjon av de to.

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved dypeste prøvestasjon (C2, sør for den planlagte anleggsrammen; **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en SAIV205 oksygensensor. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W. All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

1.4 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering

Det planlagte anlegget skal plasseres i utløpet til Sjonafjorden i Lurøy kommune, orientert ut fra land sør for Hundåga (**Figur 1**). På andre siden av fjorden i sør ligger Handnesøya i Nesna. Anlegget er planlagt plassert over en skrånende bunn med dyp fra rundt 80 til rundt 130 meter. Sjonafjorden i øst og vest for anlegget har dyp på 300-400 meter. **Figur 1** gir en oversikt over lokaliteten i forhold til andre anlegg.

I henhold skal antall og plassering av prøvestasjoner ved C-undersøkelse i forbindelse med forundersøkelse utføres etter samme metodikk som ved ordinære C-undersøkelser i henhold til NS9410:2016, med bakgrunn i omsøkt MTB (**Tabell 9**). I tillegg til prøvestasjonene i overgangssonen og anleggssonen skal det, med samme metodikk, tas en referansestasjon minst 1 km fra anlegget i et område med tilsvarende bunntype som ved de øvrige prøvestasjonene i overgangssonen og anleggssonen. Referansestasjonen inngår ikke i ordinær overvåking. Med en omsøkt MTB på 3120 tonn ved Varpet er veiledende antall prøvestasjoner 4, jamfør **Tabell 9**. I tillegg er det tatt en referansestasjon, slik at totalt antall stasjoner ved Varpet er 5.

Tabell 9*: Veiledende antall prøvestasjoner som skal tas per anlegg ut fra MTB og veiledende avstand fra anlegg til ytre sone, stasjon C2. Gjengitt etter NS 9410:2016.*

MTB på lokaliteten (tonn)	Veiledende avstand fra anlegg til C2	Veiledende antall prøvestasjoner
≤ 1999	300	3
2000 til 3599	400	4
3600 til 5999	500	5
≥ 6000	500	6

1.4.1 Vannstrøm

Vannstrømmen ved Varpet preges av batymetrien ved målepunktet og veksler i øvre del av vannsøyla med tidevannet. For overflate- og dimensjoneringsstrøm er strømretning mot nordvest og øst. Spredningsstrømmen viser noe mindre tydelig retning mot sørøst, nord og nordvest, med hyppigste strømretninger mot 0, 90, 345 og 330 grader. Bunnstrømmen er mer ensrettet med vanntransport mot sørvest i måleserie 1 og mot vest i måleserie 2 (Sivertsen, 2019).

Tabell 10*: Strømmålinger ved Varpet. Målingene er utført med en Aquadopp Profiler og to Aquadopp Current Meter. Målerne har stått ved 66°19.266`N, 13°03.421`Ø i perioden 11.10.2018 - 27.11.2018 for målerserie 1 og 27.11.2018 - 01.02.2019 for målerserie 2 (Sivertsen, 2019).*

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimal-hastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	7,0	37,8	11,9	1,9
15	5,9	41,2	10,3	3,4
68	3,3	13,5	5,5	7,8
103	2,9	16,1	4,8	9,0

1.4.2 Stasjonsplassering

Fremherskende strømretning og bunntype ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 3** og **4**). Anleggsstasjonen C1 ble plassert i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, like utenfor den planlagte anleggsramma på sørsiden av anlegget. I ytterkant av overgangssonen ble C2 plassert, ca. 400 meter sør for det planlagte anlegget. C3 og C4 ble plassert hhv. 260 meter sørvest og 37 meter vest for anleggsrammen, mens referansestasjonen ble plassert 1,2 km vest-sørvest for planlagt anleggsrammen i et antatt upåvirket område med tilnærmet samme dyp og bunnsediment som i undersøkelsesområdet.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**. Posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 11**, slik at seinere prøver kan legges til de samme koordinat som ved denne undersøkelsen.

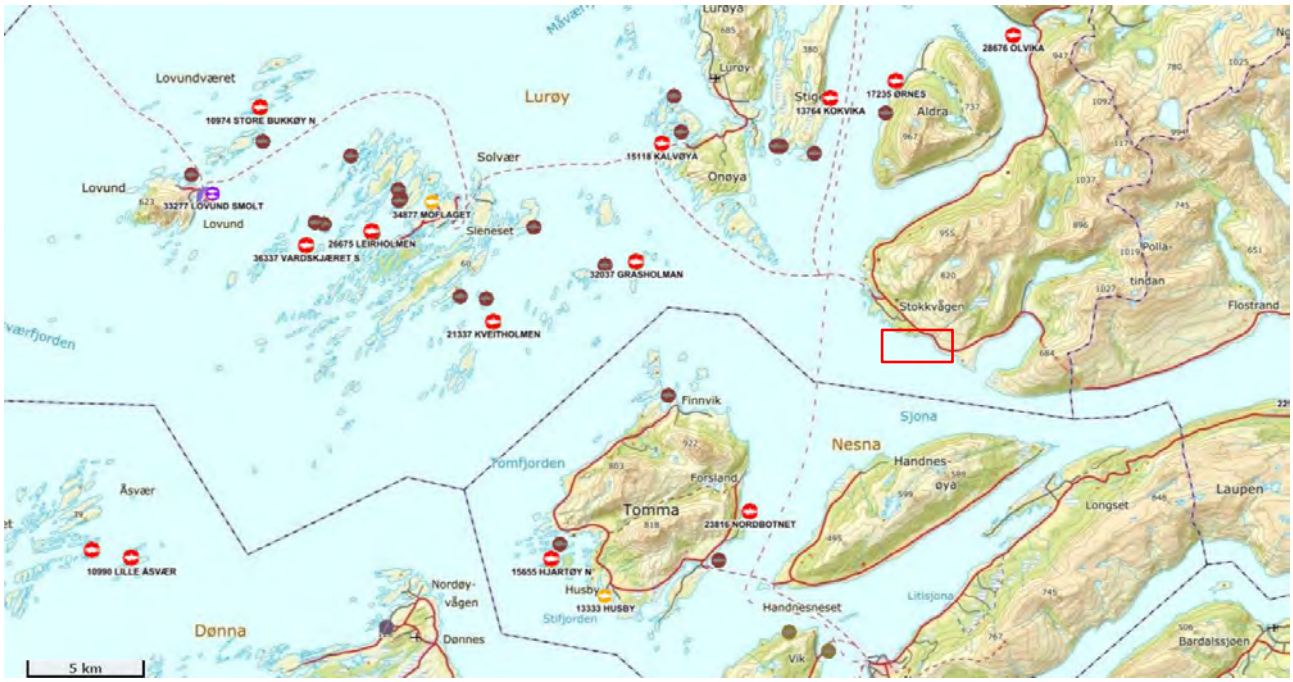
Tabell 11: *Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Varpet. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofaunaprøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E_h; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.*

Stasjoner	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**Cref**
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		Referansestasjon
Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK – CTD	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK
Koordinater	66°19.108`N 13°03.267`Ø	66°18.886`N 13°03.401`Ø	66°18.999`N 13°03.027`Ø	66°19.282`N 13°03.232`Ø	66°18.947`N 13°01.509`Ø
Dybde (m)	155	184	173	108	186
Avstand til anlegg (m)	30*	400	260	37	1200

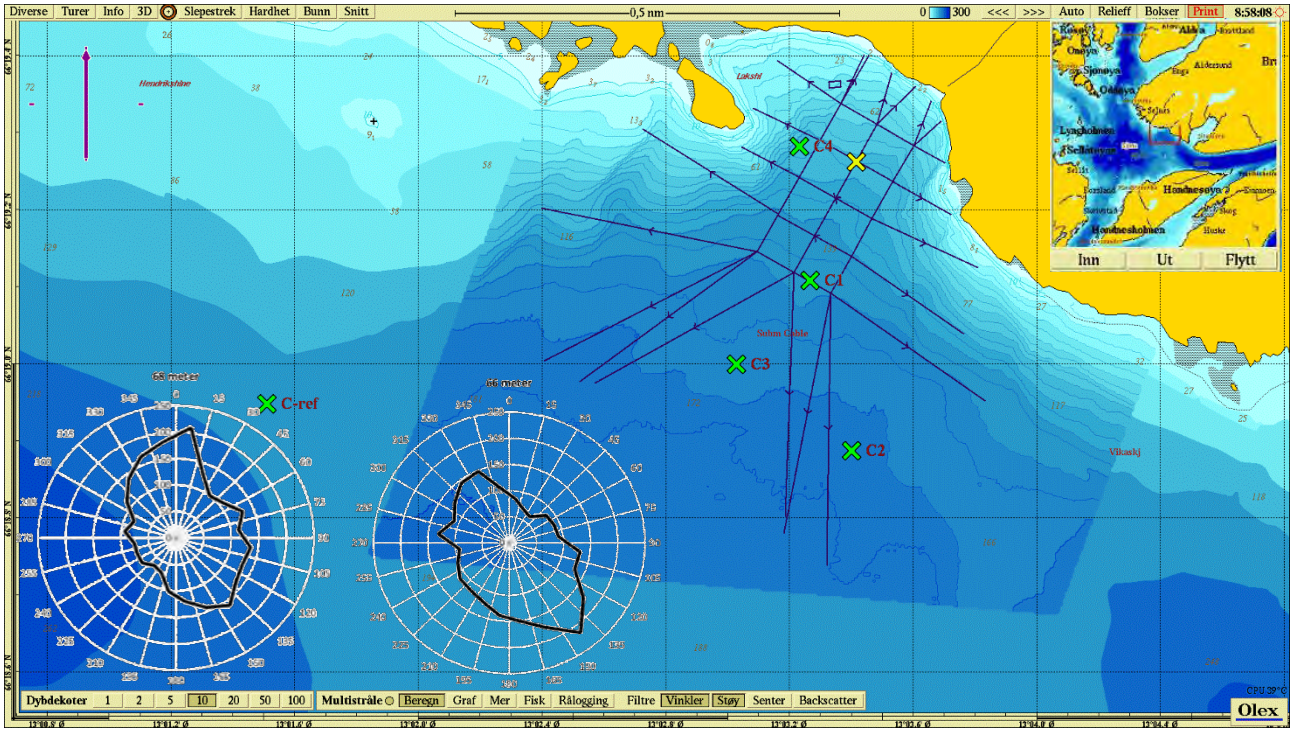
*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. til NS9410:2016: «*Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst*.»

1.4.3 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

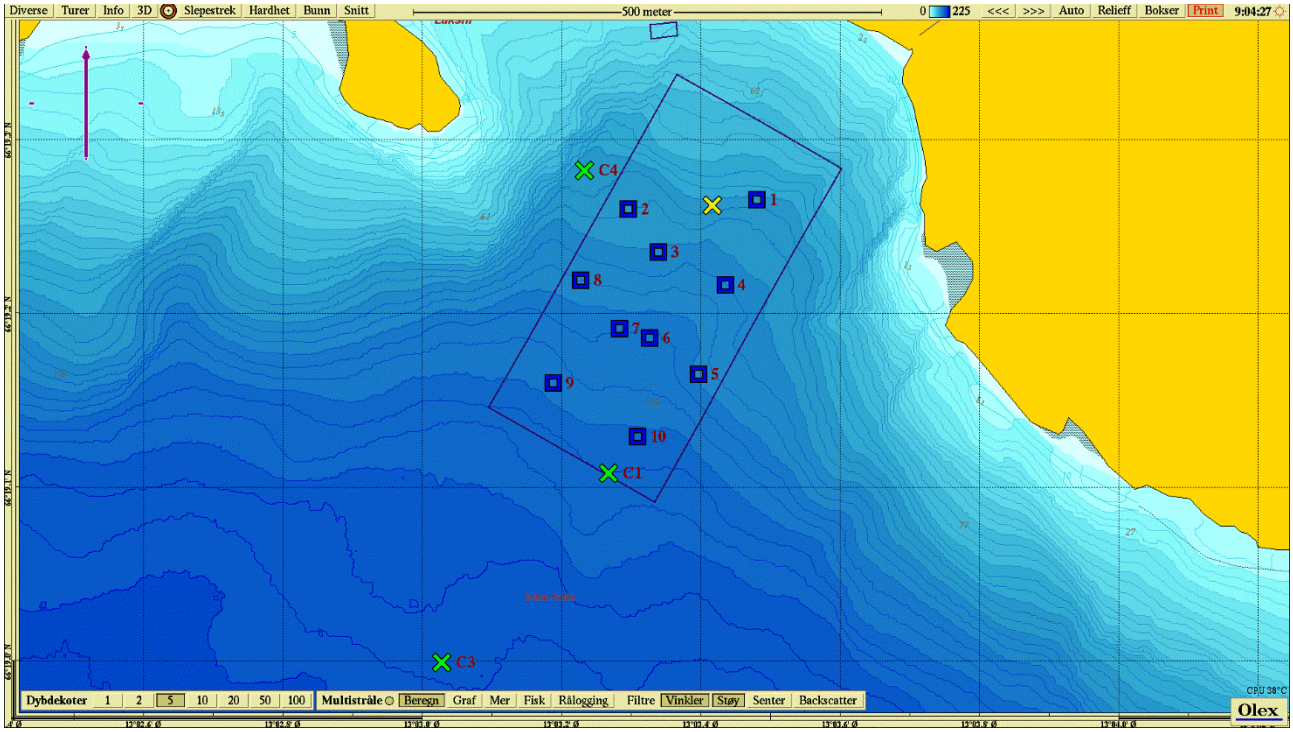
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



Figur 1: *Oversiktskart med planlagt plasseringen av anlegget (rød firkant) i forhold til andre anlegg. Målestokk vises i venstre hjørne, kartkilde i 1:160 000. Kilde: Fiskeridirektoratets kartløsning.*



Figur 2: *Kartet viser anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortøyningsliner. Lilla pil viser orientering av kart, strømroser viser vanntransport (m^3/m^2/døgn) for hver 15° sektor på 68 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2018 (66°19.266`N, 13°03.421`Ø; Sivertsen, 2019). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.*



Figur 3: *Sjøkart som viser bunndata fra Varpet i 0,46 meters oppløsning og anleggsplassering sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Fredriksen, 2018) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Kilde: Olex.*

2. Resultat

2.1 Bløtbunn – Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

Det ble kun målt elektrokjemi ved stasjon C1, som viste normale verdier. TOM nivåene var lave, og varierte mellom 2,1 % (C4) og 2,9 % (C1 og C2). C/N-forholdet var lavt, og sedimentene var moderat finkornet på samtlige stasjoner (37,9 – 59,7 % pelitt). C1 hadde kobbernivå som er å betegne som «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I) og nivåene av TOC var lave (tilstandsklasse I). Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment.

Ved C1 bestod sedimentet av sand, stein og grus. Ved C2 og C4 besto sediment av sand, C3 av sand og grus, og C-ref av sand, grus og stein. Sedimentet ved C1 hadde fyllingsgrad på ¼ - ½, C2 ½, C3 ¼ - ¾ , C4 og C-ref ½. Det ble ikke registrert overfylling ved noen av stasjonene.

Tabell 12*: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_{obs} i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur ved Risvær. E_h i sjø er ikke kalkulert.*

Buffertemperatur:	11°C	**pH sjø:**	7,98
Sjøtemperatur:	10°C	**E_{obs} sjø:**	449,6
Sedimenttemperatur:	11°C	**E_{ref} sediment:**	217

Tabell 13*: Resultater fra elektrokjemiske og geokjemiske analyser av pH, Eh (redoks), TOC, TOM, TN, C/N, pelitt, TOC, normalisert TOC (nTOC) og kobber ved Varpet. Tilstandsklassifisering for nTOC (organisk innhold) basert på SFT 97:03 (***Tabell 4***) og tilstandsklassifisering for Cu (kobber) basert på M-608/2016 (***Tabell 5***).*

	Anleggssone	**Ytre sone**	**Overgangssone**		**Referanse**
	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**Cref**
pH	7,80				
E_{obs} (mV)	332,7				
E_h (E_{obs} + E_{ref}) (mV)	549,7				
TOM (%)	2,9	2,9	2,6	2,1	2,4
TN (g/kg)	1,0	0,8	0,6	0,9	0,9
C/N	9,5	7,2	14,0	9,4	9,9
Pelitt	47,1	38,8	47,8	37,9	59,7
TOC (mg/g)	9,53	5,72	8,39	8,48	8,89
nTOC **Tilstandsklasse**	19,1 I	16,7 I	17,8 I	19,7 I	16,1 I
Cu (mg/kg) **Tilstandsklasse**	12 I				

2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

I **Tabell 14** presenteres resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Tabell 14*: NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1 ved Varpet.*

Stasjon	**Antall arter**	**Dominerende taksa (%)**	**Miljøtilstand (NS 9410:2016)**
C1	77	*Heteromastus filiformis (15%)*	1

Tabell 15*: Resultater fra kvantitative bunndyrsanalyser basert på sum av to replikater for antall arter og individer, og snitt av to replikater per stasjon for indeksberegninger. Antall arter og individer per 0,2 m^2, Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Norwegian Sensitivity Index (NSI, sensitivitetsindeks), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), ISI_{2012} ømfintlighetsindeks, NQI1 (sammensatt indeks, diversitet og ømfintlighet) og normalisert EQR (nEQR; ekskl. DI). Økologisk tilstandsklassifisering basert på av diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (***Tabell 6***). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig.*

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		Referanse
	C1	C2	C3	C4	Cref
Antall arter	77	84	87	86	84
Antall individer	742	1147	1044	816	1004
H'	4,57	4,8	4,6	4,6	4,7
ISI_{2012}	10	10	10	10	10
NSI	25	25	25	25	25
ES_{100}	32	32	32	32	34
NQI1	0,77	0,78	0,81	0,77	0,82
nEQR	0,86	0,87	0,87	0,86	0,88

Antall individer varierte fra 742 (C1) til 1147 (C2) og antall arter fra 77 (C1) til 87 (C3). På alle stasjoner viste alle faunaindeksene tilstandsklasse I svært god. Indeksen nEQR viste økologisk tilstandsklasse I på alle stasjoner. Ifølge NS 9410:2016 klassifiseres miljøtilstanden i anleggssonen etter antallet arter vurdert opp mot dominansforhold i bløtbunnsamfunnet. Bløtbunnsamfunnet ved C1 ble klassifisert til miljøtilstand 1 – svært god. Kriteriet for miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet.

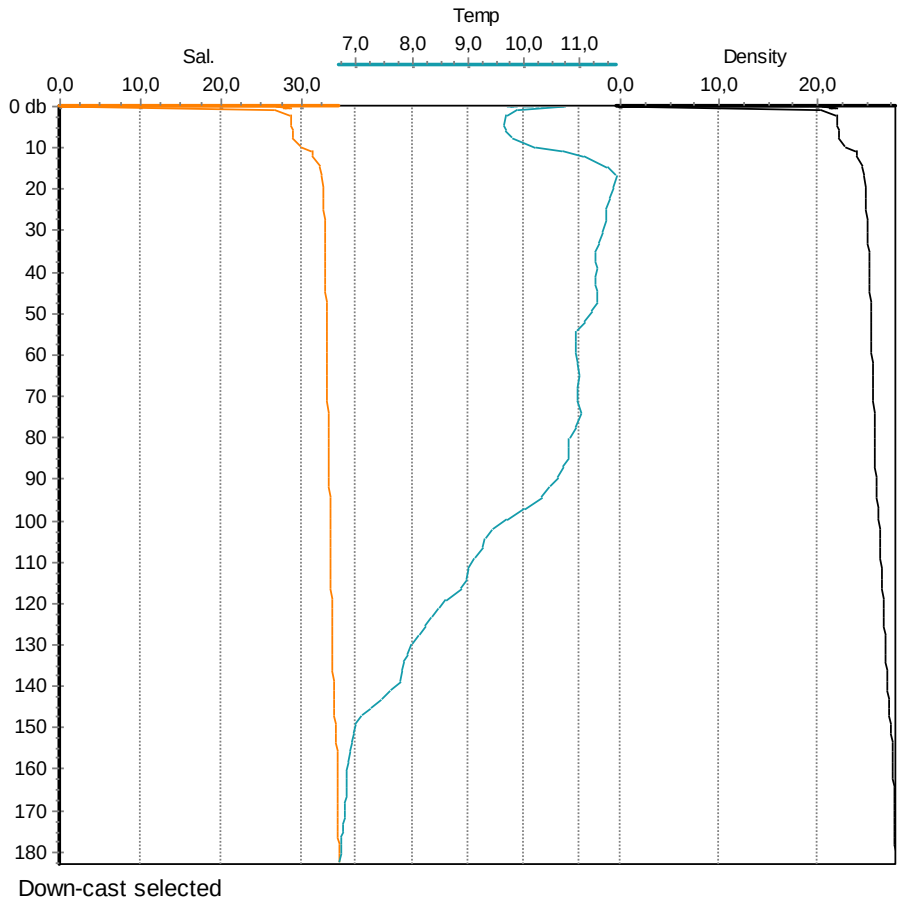
Ved alle stasjonene var det en naturlig blanding av arter fra alle økologiske grupper, men ingen stasjoner hadde forurensningsindikatorer som en av de ti mest tallrike artene. Ved referansestasjonen ble det heller ikke funnet opportunister blant topp-ti. Ved C1 var den opportunistiske arten *Heteromastus filiformis* mest tallrik, mens på C2 og C3 var den sensitive arten *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* mest tallrik. Ved C4 var den tolerante arten *Paramphinome jeffreysii* mest tallrik, mens på C-ref er arten *Kelliella miliaris* med ukjent økologisk gruppe mest tallrik.

Samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen (C3 – C5) ga økologisk tilstandsklasse I.

For fullstendig oversikt over faunaindekser og artslister, se rapport fra FishGuard AS i **vedlegg B**.

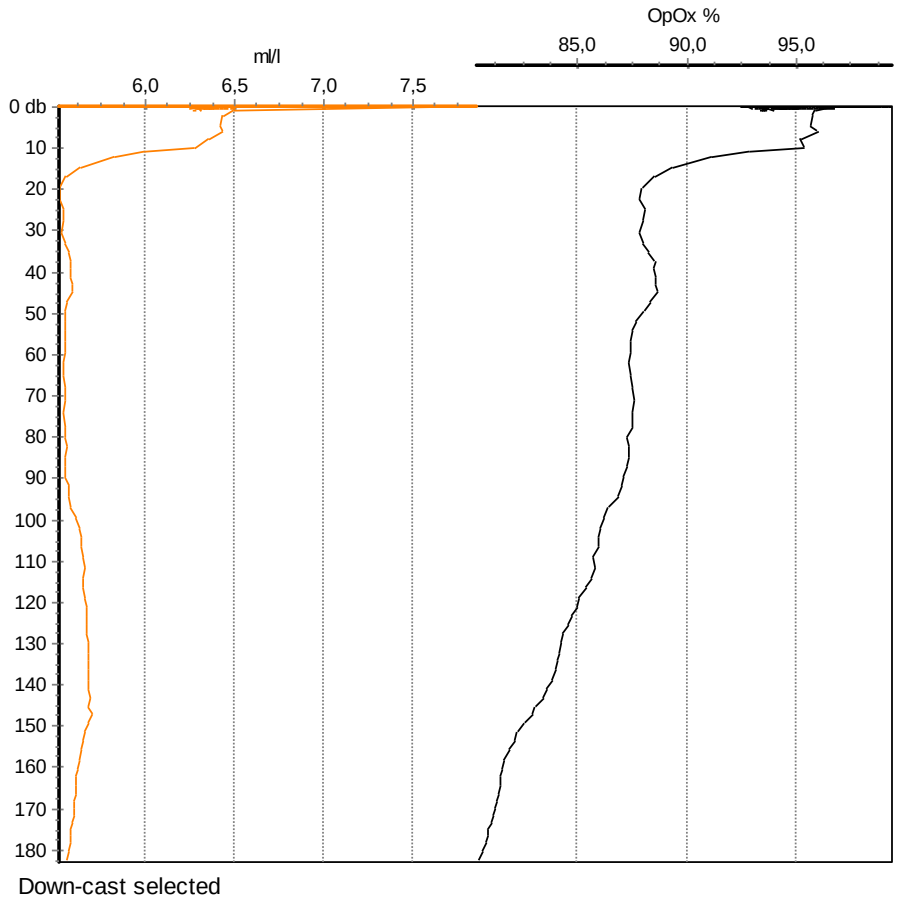
2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C2; **Figur 2**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 4** og **5**.



Figur 4: *Sjøtemperatur (°C; blå), salinitet (oransje) og tetthet (-1000 kg/m^3; svart) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 183 meters dyp ved stasjon C2 den 12.10.2018.*

Sjøtemperaturen sank gradvis med 5°C fra overflaten og ned til bunnen. Saliniteten og tettheten viste homogene vannmasser.



Figur 5*: Oksygenmetning (%; svart) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; oransje) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 183 meters dyp ved stasjon C2 den 12.10.2018.*

Også oksygeninnholdet viser homogene vannmasser ved Varpet. I overflatevannet ligger oksygenkonsentrasjonen på 6,4-5,8 ml O_2/l (95-91% metning), og oksygenet synker jevnt nedover vannsøyla til 5,5 ml O_2/l ved bunnen (80%). Disse forskjellene er dog så små, at rent biologisk sett er vannmassene homogene med tanke på oksygeninnhold, salinitet og temperatur.

Bunnvannet har en oksygenkonsentrasjon på 5,5 ml O_2/l, som svarer til tilstand I «Svært god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 8**.

3. Oppsummering

Antall individer varierte fra 742 (C1) til 1147 (C2) og antall arter fra 77 (C1) til 87 (C3). På alle stasjoner viste alle faunaindeksene tilstandsklasse I eller II – svært god eller god. Indeksen nEQR viste økologisk tilstandsklasse I på alle stasjoner. Bløtbunnsamfunnet ved C1 ble klassifisert til miljøtilstand 1 – svært god. Kriteriet for miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet. Ved alle stasjonene var det en naturlig blanding av arter fra alle økologiske grupper, men ingen stasjoner hadde forurensningsindikatorer som en av de ti mest tallrike artene. Samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen (C3 – C5) ga økologisk tilstandsklasse I.

Det var kun mulig å måle elektrokjemi ved stasjon C1 da multimeteret sluttet å virke etter det, og målingene ved C1 viste normale verdier. TOM- nivåene var lave. C/N-forholdene var lave ved stasjonene. Sedimentene var moderat finkornet på samtlige stasjoner (37,9 – 59,7 % pellitt). Kobbernivå ved C1 var lavt og nivået av TOC var lave ved alle stasjoner (tilstandsklasse I). Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment.

Hydrografiprofilen viste forholdsvis homogene vannmasser ved Varpet. Bunnvannet hadde en oksygenkonsentrasjon på 5,5 ml O_2/l, som svarer til tilstand I «Svært god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann.

Da denne undersøkelsen er en forundersøkelse skal ny C-undersøkelse tas etter første produksjonssyklus.

4. Referanser

Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday, M. (1993) Langtidsovervåkning av trofiutviklingen I kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93.

Bray, R. T. & Curtis, J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.,* **27**:325-349.

Direktoratgruppen (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018.

Fredriksen, K. E. (2018) B-undersøkelse ved Varpet i Lurøy kommune, oktober 2018. Rapportnummer 259-10-18B, levert av Aqua Kompetanse AS.

Fylkeskommunene i Nordland, Troms og Finnmark & Fiskeridirektoratet region Nord og Region Nordland (2018) Veiledning til krav om forundersøkelser i henhold til NS9410:2016 i forbindelse med søknad om akvakulturlokaliteter i Nordland, Troms og Finnmark fylker. Versjon 1, 04.04.2018.

Hach Company (2014) User Manual gel filled ORP/Redox Probe: Model MTC10101, MTC10103, MTC10105, MTC10110, MTC10115 or MTC10130. doc022.53.80033. Edition 4.

Hurlbert, S. N. (1971) The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* **52**:577-586.

Miljødirektoratet (2016) Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veileder 97:03.

Norsk Standard 5667-19 (2004). Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667:2004). Standard Norge. NS-EN ISO 5667-19: 2004.

Norsk Standard 16665 (2013) Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 166665: 2014). Standard Norge. NS-EN ISO 16665:2013.

Norsk standard 9410 (2016) Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.

Rygg, B. (2002) Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. NIVA report SNO 4548-2002.

Rygg, B. & Norling, K. (2013) Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 64-75-2013.

Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. *Univ. Illinois Press*, Urbana.

Sivertsen, K. (2019) Vannstrømmåling ved Varpet, Lurøy, oktober 2018 - februar 2019. Rapportnummer 39-2-19S levert av Aqua Kompetanse AS.

Veileder 02:2013 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften. Revidert 2015. Vannportalen.no

Veileder M-608 (2016) Klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet.

Vedlegg A – Bilder av sediment

Figur A-1*: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av sand, stein og grus, og hadde en pelittandel på 47,1% (se Eurofins AS rapport i Vedlegg C). Foto: Aqua Kompetanse AS.*

Figur A-2*: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 38,8% (se Eurofins AS rapport i Vedlegg C). Foto: Aqua Kompetanse AS.*

Figur A-3*: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av sand og grus, og hadde en pelittandel på 47,8% (se Eurofins AS rapport i Vedlegg C). Foto: Aqua Kompetanse AS.*

Figur A-4*: Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 37,9% (se Eurofins AS rapport i Vedlegg C). Foto: Aqua Kompetanse AS.*

Figur A-5: *Bilde av sedimentet ved referansestasjonen. Sedimentet besto av sand, grus og stein, og hadde en pelittandel på 59,7% (se Eurofins AS rapport i Vedlegg C). Foto: Aqua Kompetanse AS.*

Vedlegg B – FishGuard AS rapport

FG Miljø Bergen
Rapport 17-2018v.3

Bunnfaunaanalyser i forbindelse med en C-undersøkelse ved omsøkt lokalitet Varpet

Lurøy Kommune, oktober 2018

FISHGUARD

ID: 10729-6

Vedlegg SF-505 Endringsrapport **Fishguard Miljø avd. Bergen**

Prosess	Test 157 / Rapportering / Rapportering	**Dokumentkategori**	Vedlegg
Godkjent dato	29.03.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)		
Endret dato	29.03.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)		

FISHGUARD

Fishguard Miljø
Avd. Bergen

Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen
Mail: miljo.bergen@fishguard.no

NORSK AKKREDITERING TEST 157

ENDRINGSRAPPORT

Rapportnavn: Bunndyrsanalyser i forbindelse med en C-undersøkelse ved omsøkt lokalitet Varpet, oktober 2018
Prosjekt nr.: 1339
Oppdragsgiver: Aqua Kompetanse AS
Prøvetakingssted: Varpet
Dato for prøvetaking: 11./12.oktober 2018
Ansvarlig for prøvetaking: Aqua Kompetanse AS
Endringer til opprinnelig rapport: - AMBI-verdier inkludert i tabell 3-3 (v.2) - Indekser for C1 lagt til i rapport (v.3)
Dato: 01.02.2019 **Signatur** Ragni Tomanger

FISHGUARD

Side 1 av 23

Versjon 3. Endret 28.06.18

FISHGUARD

Fishguard Miljø avd. Bergen

NORSK AKKREDITERING TEST 157

Tittel: Bunndyrsanalyser i forbindelse med C-undersøkelse ved omsøkt lokalitet Varpet, oktober 2018	
Forfatter: Ragni Torvanger	**Rapport nr.:** 17-2018v.3
Prosjektleder: Ragni Torvanger	**Dato rapport:** 01.02.2019
Oppdragsgiver: Aqua Kompetanse AS	**Antall sider inkl. vedlegg:** 23
Konfidensiell: Nei	**Prosjektnummer:** 1339

Aktiviteter utført av Fishguard Miljø avd. Bergen

Aktivitet	Akkrediterings-nummer	Personell
Sortering bløtbunnsfauna	Test 157	Ragna Tveiten, Morsal Saba, Mari Vold Bjordal, Susanne Tonheim og Linda Jensen
Artsbestemming bløtbunnsfauna	Test 157	Jon T. Hestetun, Øydis Alme og Frøydis Lygre
Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Test 157	Stian E. Kvalø

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt fra oppdragsgiver.

Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	**Dato** 01.02.2019	**Signatur** Stian E. Kvalø
Prosjektansvarlig	**Dato** 01.02.2019	**Signatur** Ragni Torvanger

FishGuard Miljø avd. Bergen
Thormøhlens gt. 55
5006 Bergen, Norway

E-post: miljo.bergen@fishguard.no
Internett: www.fishguard.no
Organisasjonsnr. NO 897 958 872 MVA

Rapporten kan kun gjengis i sin helhet.

Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra FishGuard AS

Innhold

1. FORORD 4
2. MATERIALE OG METODE 4
2.1. Avvik 4
3. RESULTAT OG DISKUSJON 5
3.1. Bunndyr 5
4. SAMMENDRAG 9
5. LITTERATUR 10
6. VEDLEGG 11
Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser 11
Vedlegg 2 - Dataanalyse 13
Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna 16
Vedlegg 4 - Geometriske klasser 23

1. FORORD

Fishguard Miljø avd. Bergen er akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking, taksonomisk analyse, samt faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157. Fishguard Miljø Bergen har på oppdrag fra Aqua Kompetanse AS utført bunndyrssortering, indentifisering av bunndyr, samt utført dataanalyser på prøver tatt ved omsøkt lokalitet Varpet i Lurøy kommune. Aqua Kompetanse har gjennomført feltinnsamlingen. Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt. Resultatene inngår i Aqua Kompetanse AS sin rapportering fra en C-undersøkelse ved lokaliteten.

2. MATERIALE OG METODE

Det er innsamlet to prøver (replikaer) på hver stasjon iht. NS9410:2016 av personell fra Aqua Kompetanse AS. Prøvene ble så sendt Fishguard Miljø Bergen. For opparbeiding og analyser er de til enhver tid gjeldende standarder benyttet. Metodikk, analyser og klassifiseringssystemer er beskrevet i Vedlegg 1 og 2. Plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Posisjoner og dyp for stasjoner ved omsøkt lokalitet Varpet. Tabell tilsendt Fishguard Miljø Bergen av oppdragsgiver.

Lokalitet/Stasjon	Posisjon	Feltdato	Dyp (meter)
260-10-18C Varpet			
C1 (anleggssone)	66°19.108 N 13°03.267 Ø	12.10.18	155
C2 (ytre sone)	66°18.886 N 13°03.401 Ø	11.10.18	184
C3 (overgangssone)	66°18.999 N 13°03.027 Ø	11.10.18	173
C4 (overgangssone)	66°19.282 N 13°03.232 Ø	11.01.18	108
C-ref (referansestasjon)	66°18.947 N 13°01.509 Ø	11.10.18	186

2.1. Avvik

Ingen avvik registrert

3. RESULTAT OG DISKUSJON

3.1. Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 til Tabell 3-4, Figur 3-1 og Figur 3-2, samt i Vedlegg 3 og 4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten på undersøkelsestidspunktet. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning over tid.

Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i overgangssonen skal vurderes utfra grenseverdier basert på beregnede indekser iht. Veileder 2:2018. I følge NS9410:2016 er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet på stasjonen nærmest anlegget (C1) baseres iht. NS 9410:2016 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen.

På grunnlag av artsantall (mer enn 20 arter) og faunasammensetning (ingen arter med >65% av totalt antall individer) får stasjon C1 **Miljøtilstand 1 – Meget god** iht. NS9410:2016.

Tabell 3-1 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjonen plassert i overgang fra anleggssonen til overgangssonen (C1) ved omsøkt lokalitet Varpet, oktober 2018. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer og arter er vist for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Miljøtilstand ved stasjonen (C1) er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS9410:2016. Miljøtilstand er markert med fargekoder.

Stasjon	Hugg	Arter	individer	MT
C1	1	53	329	
	2	58	413	
	Sum	77	742	1

1- Meget god	2 - God	3 - Dårlig	4 - Meget dårlig

Tabell 3-2 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjon C1 ved omsøkt lokalitet Varpet, oktober 2018. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,2 m².

C1	Antall individer	%	Kum %
Heteromastus filiformis	111	15,0	15,0
Paramphinome jeffreysii	88	11,9	26,8
Eclysippe vanelli	78	10,5	37,3
Amythasides macroglossus	56	7,5	44,9
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	46	6,2	51,1
Caudofoveata	43	5,8	56,9
Pseudopolydora cf. paucibranchiata	35	4,7	61,6
Abra nitida	21	2,8	64,4
Mendicula ferruginosa	15	2,0	66,4
Melinna albicincta	13	1,8	68,2
Sabellidae	13	1,8	69,9
Spiophanes kroyeri	13	1,8	71,7
Antall taxa	77		

Stasjonene C2, C3, C4 og C-ref klassifiseres alle til tilstandsklasse I – Svært god iht. Veileder 2:2018. Pooling av stasjoner i overgangssonen gir også **Tilstandsklasse I – Svært god**, som er den samlete klassifiseringen for den omsøkte lokaliteten.

Tabell 3-3 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjonene i ytterkant av overgangssonen, overgangssonen og referansestasjon ved omsøkt lokalitet Varpet, oktober 2018. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES_{100} og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 2:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	AMBI	TK
C1	1	53	329	0,75	4,46	31	10	24	2,24	
	2	58	413	0,79	4,68	32	10	25	1,74	
	Sum	77	742	0,78	4,74	33	11	25	1,96	
	Snitt	55,50	371	0,77	4,57	32	10	25	1,99	
	nEQRstasjon			0,87	0,92	0,88	0,88	0,79		
	nEQRhugg			0,85	0,90	0,88	0,86	0,79		0,86
C2	1	64	629	0,77	4,7	31	10	25	1,87	
	2	67	518	0,80	4,8	32	10	25	1,75	
	Sum	84	1147	0,79	4,9	32	10	25	1,82	
	Snitt	66	574	0,78	4,8	32	10	25	1,81	
	nEQRstasjon			0,87	0,93	0,88	0,86	0,80		
	nEQRhugg			0,87	0,92	0,87	0,86	0,80		0,87
C3	1	58	457	0,79	4,4	29	10	25	1,67	
	2	77	587	0,83	4,8	34	10	24	1,36	
	Sum	87	1044	0,82	4,8	33	11	25	1,50	
	Snitt	68	522	0,81	4,6	32	10	25	1,52	
	nEQRstasjon			0,91	0,93	0,89	0,88	0,78		
	nEQRhugg			0,90	0,90	0,88	0,87	0,79		0,87
C4	1	65	410	0,76	4,6	32	9	24	2,25	
	2	62	406	0,77	4,6	32	10	25	2,09	
	Sum	86	816	0,77	4,7	33	10	25	2,17	
	Snitt	64	408	0,77	4,6	32	10	25	2,17	
	nEQRstasjon			0,90	0,96	0,92	0,89	0,79		
	nEQRhugg			0,88	0,90	0,88	0,86	0,79		0,86
Pooling C3 - C4	Sum	126	1860	0,81	5,2	37	11	25	1,79	
	snitt	66	465	0,79	4,6	32	10	25	1,84	
	nEQRstasjon			0,90	0,96	0,92	0,89	0,79		
	nEQRhugg			0,88	0,90	0,88	0,86	0,79		0,86
C-ref	1	60	314	0,81	4,9	37	10	26	1,49	
	2	65	690	0,82	4,5	31	10	24	1,13	
	Sum	84	1004	0,83	4,8	33	10	25	1,25	
	Snitt	63	502	0,82	4,7	34	10	25	1,31	
	nEQRstasjon			0,92	0,92	0,89	0,87	0,79		
	nEQRhugg			0,91	0,91	0,89	0,86	0,80		0,88

I - Svært god	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V - Svært dårlig

Tabell 3-4 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved øvrige stasjoner ved omsøkt lokalitet Varpet, oktober 2018. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,2 m².

C2	Antall individer	%	Kum %
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	114	9,9	9,9
Paramphinome jeffreysii	107	9,3	19,3
Heteromastus filiformis	95	8,3	27,6
Eclysippe vanelli	92	8,0	35,6
Pseudopolydora cf. paucibranchiata	89	7,8	43,3
Amythasides macroglossus	74	6,5	49,8
Maldanidae	57	5,0	54,8
Spiophanes kroyeri	53	4,6	59,4
Chirimia biceps	46	4,0	63,4
Caudofoveata	45	3,9	67,3
Antall taxa	84		

C3	Antall individer	%	Kum %
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	130	12,5	12,5
Kelliella miliaris	121	11,6	24,0
Paramphinome jeffreysii	110	10,5	34,6
Heteromastus filiformis	92	8,8	43,4
Eclysippe vanelli	73	7,0	50,4
Amythasides macroglossus	40	3,8	54,2
Caudofoveata	35	3,4	57,6
Abra nitida	33	3,2	60,7
Pseudopolydora cf. paucibranchiata	33	3,2	63,9
Parathyasira equalis	31	3,0	66,9
Antall taxa	87		

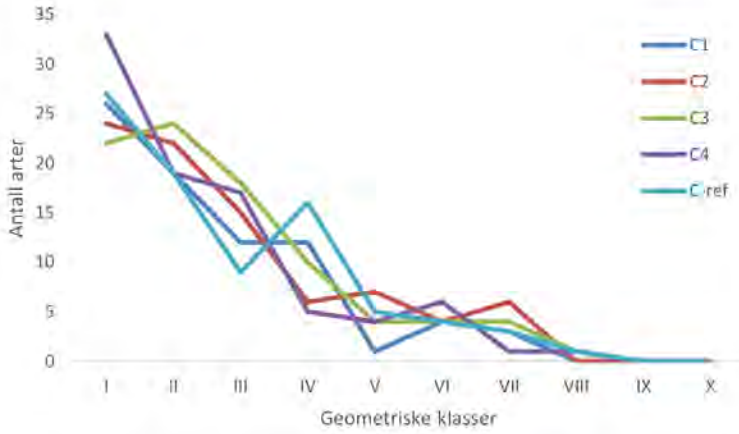
C4	Antall individer	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii	163	20,0	20,0
Amythasides macroglossus	91	11,2	31,1
Heteromastus filiformis	59	7,2	38,4
Notomastus latericeus	54	6,6	45,0
Pseudopolydora cf. paucibranchiata	40	4,9	49,9
Eclysippe vanelli	37	4,5	54,4
Caudofoveata	36	4,4	58,8
Sabellidae	32	3,9	62,7
Tharyx killariensis	28	3,4	66,2
Glycera lapidum	23	2,8	69,0
Antall taxa	86		

Tabell 3-4 forts.

C-ref	Antall individer	%	Kum %
Kelliella miliaris	180	17,9	17,9
Spiophanes kroyeri	114	11,4	29,3
Eclysippe vanelli	92	9,2	38,4
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	66	6,6	45,0
Maldanidae	44	4,4	49,4
Amythasides macroglossus	38	3,8	53,2
Paramphinome jeffreysii	38	3,8	57,0
Abra nitida	32	3,2	60,2
Pseudopolydora cf. paucibranchiata	31	3,1	63,2
Chirimia biceps	26	2,6	65,8
Antall taxa	84		

Geometriske klasser

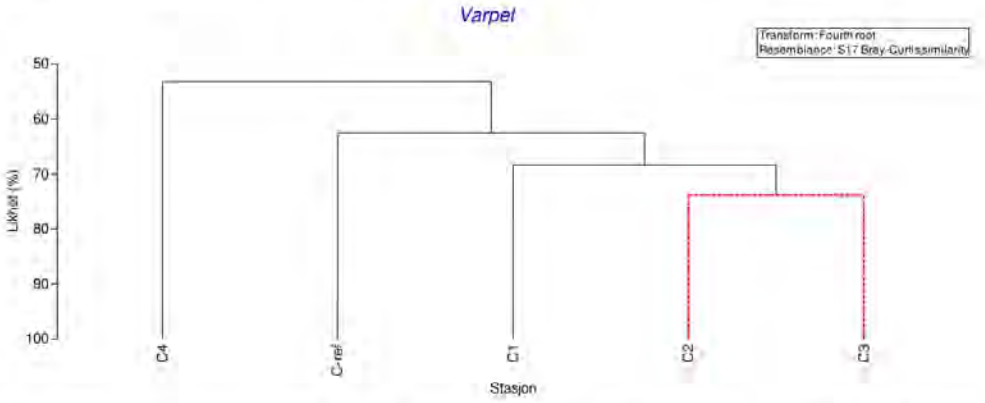
Figur 3-1viser en grafisk oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Høyt krysningspunkt på Y-aksen og fravær av knekker og sene topper på x-aksen i figuren indikerer at bunnfaunaen ved samtlige stasjoner er upåvirket.



Figur 3-1 Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra omsøkt lokalitet Varpet, 2018.

Cluster

De mulitivariate analysene (Figur 3-2) viser at alle stasjonene har god faunalikhet (>55 %), der stasjonene C2 og C3 er mest like (75 %).



Figur 3-2 Cluster plot av stasjonene undersøkt ved omsøkt lokalitet Varpet 2018. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4. SAMMENDRAG

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen ved omsøkt lokalitet Varpet 2018 kan sammenfattes slik:

- Tilstandsklassifisering iht. NS9410:2016 på stasjon C1 gir Miljøtilstand 1 – Meget god basert på antall individer og artssammensetning. Tilstandsklassifisering iht. Veileder 2:2018 ved øvrige stasjoner gir tilstand I – Svært god. Pooling av stasjoner i overgangssonen gir tilstand I – Svært god.
- Samlet tilstand for lokalitet er I – svært god iht NS9410:2016 basert på resultatene fra stasjon C2 samt pooling av stasjoner C3 og C4.

5. LITTERATUR

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2009. Veileder 1:2009. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanndirektivet (2009). 181 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2016. Veileder 2:2013 – revidert 2015. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. 230 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet 20118. Veileder 2:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.

Hovgaard, P. (1973). "*A new system of sieves for benthic samples*." Sarsia **53**. 15-18 s.

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO 16665:2014 (2.utg 15/1-2015). *Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)* Standard Norge. 40 s.

NS 9410:2016. *Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg*. Standard Norge. 27 s.

Rygg, Brage, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Organisk materiale i bunnsediment og oksygen i dypvann. Grunlagsrapport. Niva rapport 2959. 27 s.

Standardforskrifter, Kvalitetshåndbok for Fishguard Miljø Bergen

6. VEDLEGG

Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser

Bunndyr (bløtbunnsfauna) i denne undersøkelsen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensede områder vil det normalt være ca. 25-75 arter i en grabbprøve. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i Fishguard Miljø sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeiding av det biologiske materialet utføres i samsvar med Fishguard Miljø avd. Bergen sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (**Vedlegg 3**). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen inkluderes i artslisten, utelates fra analysene. I **Vedlegg 2** presenteres en kort omtale av metodene som benyttes for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

For prøvepunkt i overgang mellom anleggssone og overgangssone (ofte kalt C1 – plassert ca. 25-30 m fra anlegget) er det utarbeidet en egen standard for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2016) (Vedleggstabell 1). For de resterende prøvepunktene, har Direktoratsgruppa Vanndirektivet gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 02:2018). Denne veilederen erstatter Veileder 2:2013 (revidert 2015) og på sikt de gjeldende SFT veilederne (TA 1467/1997 og TA 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 2:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighets¬indeksene NSI, ISI_{2012} samt AMBI (komponent i NQI1). Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Vedleggstabell 3. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Vedlegg 2: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). Tilstandsklassen til stasjonen bestemmes av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Vedleggstabell 2.

Vedleggstabell 1 Vurdering av miljøtilstanden på stasjonen i overgang fra anleggssone til overgangssone (ofte kalt C1) ved oppdrettsanlegg. Hentet fra NS 9410:2016.

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m^2. Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m^2. Mer enn 20 individer utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m^2. Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m^2
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m^2.

Vedleggstabell 2 Klassegrenser for nEQR (Veileder 2:2018).

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse I (Svært god)	0,8
Klasse II (God)	0,6
Klasse III (Moderat)	0,4
Klasse IV (Dårlig)	0,2
Klasse V (Svært dårlig)	0,0

Vedleggsfigur 1 Områdeinndeling av økoregioner og vanntyper for kystvann. Kart fra Veileder 2:2018.

Vedleggstabell 3 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i ulike regiongrupper. Grenseverdiene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier. Vanntypene viser til Vedleggsfigur 1. Tabell hentet fra Veileder 2:2018.

Indeks	Vanntype H1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,90 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,5 - 3,7	3,7 - 2,9	2,9 - 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES_{100}	46 - 23	23 - 16	16-9	9-5	5 - 0
ISI_{2012}	13,4 - 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15-10	10 - 0

Vedlegg 2 - Dataanalyse

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativ jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensede områder vil det vanligvis være mellom 25-75 arter.

Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983). Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 2:2018.

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver, 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i / N$, n_i = antall individer av art i, N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel: hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni individer av i-ende art.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^{s} 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier

$$ISI = \sum_{i}^{s} \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaeksperter. Sammensetningen av makroevertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivitetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i, N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier

$$NSI = \sum_{i}^{s} \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som **NQI1 (Norwegian quality Index)** bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0{,}5 + \left(\frac{(1 - AMBI)}{7}\right) + 0{,}3 + \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))}\right]}{3{,}7}\right) + \left(\frac{N}{N+5}\right)\right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser
Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 2:2018 (Vedleggstabell 5). Grenseverdiene brukes for gjennomsnitt av grabbverdier.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse
nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$nEQR = \frac{Indeksverdi - Klassens\ nedre\ indeksverdi}{Klassens\ øvre\ indeksveri - Klassens\ nedre\ indeksverdi} * 0{,}2 + Klassens\ nEQR\ basisverdi$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er vist i Vedleggstabell 4, der nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

1.1.1.1 Multivariate analyser
For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

1.1.1.2 Klassifikasjon og ordinasjon
I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagradienter en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.
For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis, 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100\left\{1 - \frac{\sum_{i=1}^{p}|y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^{p}(y_{ij} + y_{ik})}\right\}$$

Hvor: Sjk = likheten mellom to prøver, j og k
yij = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatrisen
yik = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatrisen per totalt antall arter
p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises.
I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 \Big/ \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: $\hat{d}_{jk}$ = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten djk gitt som:

$$d_{jk} = 100\left\{\frac{\sum_{i=1}^{p}|y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^{p}(y_{ij} + y_{ik})}\right\}$$ og avstand (d).

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Litteratur

Direktoratsgruppen vanndirektivet 20118. Veileder 2:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin **40** (12). 1100–1114 s.

Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. *An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin*. Ecological Monographs **27**. 325-349 s.

Gray, J.S. og Mirza, F.B. 1979. *A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities*. Marine Pollution Bulletin **10**. 142-146 s.

Pearson, T.H. og Rosenberg, R. 1978. *Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*. Oceanography and Marine Biology an Annual Review **16**. 229-311 s.

Pearson, T.H., Gray, J.S. og Johannessen, P.J. 1983. *Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in bentic communities. 2. Data analyses*. Marine Ecology Progress Series **12**. 237-255 s.

Rygg, B. 2002. *Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway*. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.

Rygg, B. og Norling, K. 2013. *Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*. NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.

Shannon, C.E. og Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

TA 1467/1997. *Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna

ID: 10728-14

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna **Fishguard Miljø avd. Bergen**

Prosess	Test 157 / Rapportering / Rapportering	**Dokumentkategori**	Vedlegg
Godkjent dato	19.10.2018 (Silje Hadler-Jacobsen)		
Endret dato	19.10.2018 (Silje Hadler-Jacobsen)		

Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

Prosjekt nr.:	1339	**Dato for prøvetaking:**	11-12/10-2018
Oppdragsgiver (navn/adresse):	Aqua Kompetanse AS, Storlavika 7, 7770 Flatanger		
Prøvetakingssted (område):	Varpet, Lurøy Kommune	**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:**	-
Ansvarlig for prøvetaking (firma):	Aqua Kompetanse AS		

	Akkreditert	Akkrediteringsnummer	I henhold til standard	Ikke akkreditert
Sortering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
Artsdentifisering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐

Artene er identifisert av: **Øydis Alme** **Frøydis Lygre** **Jon T. Hestetun**

Opplysninger om merker i artslisten:
For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt.

Prøverapporten skal ikke reproduseres annet enn i sin helhet, uten godkjennelse fra Fishguard Miljø Bergen.

Andre opplysninger:
Tabellen starter på neste side og består av: 6 sider.

Prøverapport godkjent av: Øydis Alme 17.12.2018

1/1

Prøverapport s. 1/6

Station	C1	C1	C2	C2	C3	C3	C4	C4	C-ref	C-ref
Date	12.10.2018	12.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018
Depth (m)	155	155	184	184	173	173	108	108	186	186
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
AMPHIPODA										
* Amphipoda	2	6	5	4	4	6	1	2	7	6
Eriopisa elongata			3	1/2	6/2	4				
BIVALVIA										
Abra nitida	7	14	17/3	11	11	22	7	2/1	8	21/3
Adontorhina similis			3	1		2	5	3	6	2
Astarte sulcata									2	6/6
Axinulus croulinensis	1			1		1				
Bathyarca pectunculoides		4			2	11	1	2	2	12
Cardiomya costellata								0/1		
Cremella decussata				1						
Cuspidaria cuspidata	0/2	2/1								
Cuspidaria rostrata			1/2	3		1/1	0/1			1/2
Dacrydium ockelmanni		2				1				2
Delectopecten vitreus									1	
Ennucula tenuis								1		11
Hiatella arctica										1
Kelliella miliaris	1	5	5	8	1	128	2		15	165
Lucinoma borealis				2						
Mendicula ferruginosa	7	8	9	9	6	20	2	2	5	9
Nucula tumidula				1		6			5	6
Nuculana minuta						1	1			
Parathyasira equalis	8	3	9	12	12/2	15/2	7	6/2	3/2	10/5
Parvicardium minimum	4	3	4	2	1	4	5	3	1	8
Similipecten similis								1		
Thyasira flexuosa								2/1		
Thyasira obsoleta	4	5	6	15	6	5		3	9	6
Thyasira sarsi							2	1		
Tropidonnya abbreviata	0/1	1/1	0/6		0/2	5	2/1	1	0/1	2/2
Yoldiella lenticula					1	9				
Yoldiella lucida	3	3	6	7			3		5/1	14/1
Yoldiella nana						6	4		2	8
Yoldiella philippiana							2	2		
CAUDOFOVEATA										

Prøverapport s. 2/6

Station	C1	C1	C2	C2	C3	C3	C4	C4	C-ref	C-ref
Date	12.10.2018	12.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018
Depth (m)	155	155	184	184	173	173	108	108	186	186
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Caudofoveata	24	19	29	16	14	21	22	14	1	3
CHAETOGNATHA										
* Chaetognatha			1							
CIRRIPEDIA										
Verruca stroemia								1		
CUTELLATA										
Oligochaeta									1	
COPEPODA										
* Bradyidius armatus								1		
* Calanus finmarchicus			1		3			2	1	1
* Metridia longa	1							1		
CUMACEA										
Diastylis cornuta		1		1		1				
Diastylis rathkei			3		1	1	1			
Diastyloides biplicatus				1	1					
Diastyloides serratus		1		1					1	
Eudorella emarginata				1						
Eudorella truncatula										2
Hemilamprops uniplicatus								1		
Leucon (Leucon) nasica			2	0/1	0/1	0/1			0/1	
DECAPODA								0/1	0/2	
Munida									1	
Pontophilus norvegicus										
ECHINOIDEA								1		
Brisaster fragilis	2		1				2			
Echinocardium flavescens										
EUPHAUSIACEA										
* Euphausiacea		1	1							
GASTROPODA										
Euspira montagui		1								
Nudibranchia	1									
Philine		1	0/1		1	1		0/1		
HEMICHORDATA										
Enteropneusta						1	2	1		

Prøverapport s. 3/6

Station	C1	C1	C2	C3	C3	C3	C4	C4	C4	C-ref	C-ref
Date	12.10.2018	12.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018
Depth (m)	155	155	184	184	173	173	108	108	109	186	186
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2
HOLOTHUROIDEA											
Echinocucumis hispida											1
Labidoplax buskii	6	3	3	1	1	1			2		1
ISOPODA											
* Gnathia		1				1					
NEMATODA											
* Nematoda	13	18	ca. 20	ca. 30	ca. 30	5	10	6	ca. 40	ca. 30	
NEMERTEA											
* Nemertea	3	2	13	9	3	9	7	5	4	5	
OPHIUROIDEA											
Amphilepis norvegica				2	2/1	2			2/1	4/1	
Amphipholis squamata			1	1		2	3	3			
Amphiura borealis		1/1		1/1							
Amphiura chiajei							2/1	1			
Amphiura filiformis	2						1	1			
Ophiura (Dictenophiura) carnea	1									1	
Ophiuroidea								0/1			
OSTRACODA											
Cypridina				4			2			1	
Macrocypris minna						1					
Philomedes (Philomedes) lilljeborgi	1		2			1			1		
PLATYHELMINTHES											
* Platyhelmithes						1					
POLYCHAETA											
Abyssoninoe							1				
Aglaophamus pulcher				1	2						
Amaeana trilobata	1						1	1			
Ampharete	1										
Amphicteis falcata							1				
Amphicteis octocirrata			1		1	3			1	2	
Amphicteis gunneri						1			2	1	
Amphicteine auriconia	2	6		1			2	1/1			
Amythasides macroglossus	23	33	36	38	20	20	46	45	18	20	
Anobothrus gracilis		5	1	2		3			1	12	

Prøverapport s. 4/6

Station	C1	C1	C2	C2	C3	C3	C4	C4	C-ref	C-ref
Date	12.10.2018	12.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018
Depth (m)	155	155	184	184	173	173	108	108	186	186
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Apheloch aeta		2	1			1	2	5	1	1
Apistobranchus tullbergi	1		2	1		1		1		
Aricidea										
Aricidea (Acmira) catherinae						1				
Augeneria	1		1	1	2					
Braida villosa						2			2	1
Chaetoparia nilssoni			1	1						1
Chaetozone		1		1		1	8	7		1
Chirimia biceps	2	3	18	28	2	2			18	8
Clymenura borealis			9	7	8	2			4	
Diplocirrus glaucus		2	2		2	1	1			2
Eclysippe vanelli	33	45	59	33	36	37	16	21	29	63
Euchone	4	6	7	8	6	4	1	4	1	3
Eudymene lindrothi					7	2				2
Eulalia mustela								1		
Eunice pennata					1					
Exogone cf. verugera			3	1	2	2	6	12		2
Galathowenia oculata	1					1				
Glycera lapidum	2	0/1	0/2	0/2	2		9	14		
Glyphanostomum pallescens								1		
Goniada maculata					1	1	1			
Harmothoe mariannae		1								
Heteroclymene robusta	1	1								
Heteromastus filiformis	67	44	53	42	48	44	39	20	5	4
Kirkegaardia						1				
Laonice sarsi								1		
Levinsenia gracilis	1				1				4	
Lumbriclymene cylindricauda	3		1							
Lumbrineridae	2		7	1	1	3	1	3	3	4
Lumbrineris										1
Macrochaeta polyonyx			2	1			4			
Maldanidae	6	5	34	23	11	9		1	15	29
Melinna albicincta	7/1	2/3	1/6	6/3	0/1	2/2	1	1/4	1/4	
Melinna elisabethae			1	1						

Preveratapport s. 5/6

Station	C1	C1	C2	C2	C3	C3	C4	C4	C-ref	C-ref
Date	11.10.2018	12.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018
Depth (m)	155	155	184	184	173	173	108	108	186	186
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Neoleanira tetragona			1		1	1	1			1
Nephtys paradoxa					1		1		1	1
Nereimyra woodsholea	3	1	3		1				3	
Nicomache (Loxochona) trispinata									2	
Nothria conchylega		4		1		2	1			
Notomastus latericeus	7	4	15	12		9	21	33	3	6
Oenonidae	3		2	2	4	4	1		1	1
Ophelina					3	2			4	2
Ophelina cylindricaudata		1	3	1			1	1		
Orbinia							1			
Paradiopatra fiordica					3	0/1		1	1	
Paradiopatra quadricuspis	1					1			4	0/1
Paradoneis lyra						2	2	2	1	
Paramphinome jeffreysii	40	48	72	35	63	47	82	81	4	34
Paramphitrite birulai							2		1	
Paranaitis wahlbergi					1					
Petaloproctus								1		
Phisidia aurea										2
Pholoe baltica		7	3	1	1	3	1	5		
Pholoe inornata								1		
Pholoe pallida	2	1		2	2		2	3	1	
Pista cristata	1	1								
Pista tornensis	1	4	3/2	1	1	3/3			2	1
Polycirrus									1	
Polycirrus norvegicus		1					1	2		1
Polynoidae								1		
Prionospio cirrifera			1							
Prionospio dubia		2	3	4	5	1			4	5
Protomystides exigua										1
Pseudomystides limbata		1								
Pseudopolydora cf. paucibranchiata	12	23	47	42	15	18	32	8	4	27
Rhodine		2	1	1	3	2				
Sabellidae	4	9	3	3	1	2	13	19	2	6
Samytha sexcirrata							1			

Prøverapport s. 6/6

Station	C1	C3	C2	C2	C3	C3	C4	C4	C4	C-ref	C-ref
Date	12.10.2018	12.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018	11.10.2018
Depth (m)	155	155	184	184	173	173	108	108	108	186	186
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2
Scalibregma inflatum	2	3	1	1	1	2	8	8			
* Sibogtinum	4				4						
Sige fusigera	1										
Sige oliveri											1
Sosane wahrbergi							1				
Spiochaetopterus typicus				1							
Spiophanes kroyeri	5	8	30	23	16	11	1			50	54
Streblosoma intestinale			5	5/3	1/1	2/2				3	5
Syllidae		1	2				2				
Terebellidae		2									
Terebellides gracilis				3	2	3				6	10
Terebellides shetlandica							1	1		1	
Terebellides stroemii	3		2								
Tharyx killariensis			1				5	23		1	
Therochaeta flabellata		1	1			2					2
PORIFERA											
* Porifera											+
SCAPHOPODA											
Cadulus subfusiformis						2					
Entalina tetragona	1	1	1	2	1	1					
Pulsellum lofotense							2	4			1
SIPUNCULIDEA											
Onchnesoma squamatum	1				1	1					
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	6	40	57	57	95	35				26	40
Phascolion (Phascolion) strombus strombus		1		1			3				1
Sipuncula	2	6	5	7	7	8	1	4			3
SOLENOGASTRES											
Solenogastres			1								
TANAIDACEA											
Tanaidacea		1		1		2	1	2			

Vedlegg 4 - Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene på lokaliteten Varpet, 2018.

Geometriske klasser	C1	C2	C3	C4	C-ref
I	26	24	22	33	27
II	19	22	24	19	19
III	12	15	18	17	9
IV	12	6	10	5	16
V	1	7	4	4	5
VI	4	4	4	6	4
VII	3	6	4	1	3
VIII	0	0	1	1	1
IX	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0

Fishguard Miljø avd. Bergen utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. Fishguard Miljø avd. Bergen er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundesøkelser, taksonomisk analyse og faglig vurdering og fortolking under akkrediteringsnummer Test 157. Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, risikovurdering av forurenset sediment, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser. Fishguard er også totalleverandør av fiskehelsetjenester.

www.fishguard.no

Vedlegg C – Eurofins AS rapport

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043842-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	**439-2018-10290017**	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Cref Geologi	Analysestartdato:	26.10.2018

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	59.7	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.5	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e)

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043841-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290016	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Cref Kjemi	Analysestartdato:	26.10.2018

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	2.4	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	**Tørrstoff**					
b)	Total tørrstoff	66.3	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	**Total nitrogen - Kjeldahl**					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.9	g/kg TS	0.5	24%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	8890	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemiteknikker

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043840-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	**439-2018-10290015**	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C4 Geologi	Analysestartdato:	26.10.2018

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	37.9	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.8	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e)

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043839-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290014	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C4	Analysestartdato:	26.10.2018
	Kjemi		

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	2.1	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	**Tørrstoff**					
b)	Total tørrstoff	70.5	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	**Total nitrogen - Kjeldahl**					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.9	g/kg TS	0.5	24%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	8480	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

Utførende laboratorium/ Underleverandør:
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043838-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290013	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C3 Geologi	Analysestartdato:	26.10.2018

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	47.8	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.6	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e)

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043837-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290012	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C3 Kjemi	Analysestartdato:	26.10.2018

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	2.6	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	**Tørrstoff**					
b)	Total tørrstoff	65.5	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	**Total nitrogen - Kjeldahl**					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.6	g/kg TS	0.5	31%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	8390	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemiteknikker

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043836-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290011	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C2 Geologi	Analysestartdato:	26.10.2018

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	38.8	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.4	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e)

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043835-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290010	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C2 Kjemi	Analysestartdato:	26.10.2018

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	2.9	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	**Tørrstoff**					
b)	Total tørrstoff	52.7	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	**Total nitrogen - Kjeldahl**					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.8	g/kg TS	0.5	26%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	5720	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043834-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C
Varpet, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290009	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C1 Geologi	Analysestartdato:	26.10.2018

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	47,1	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2,9	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e)

AR-001 v 148

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Mølllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Aqua Kompetanse AS
Postboks 66
7771 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

AR-18-MM-043833-01

EUNOMO-00210847

Prøvemottak: 26.10.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 26.10.2018-08.11.2018
Referanse: Prosjektnr 260-10-18C Varpet, Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-10290008	Prøvetakingsdato:	11.10.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C1	Analysestartdato:	26.10.2018
	Kjemi		

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b)	Total tørrstoff glødetap	2.9	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	**Tørrstoff**					
b)	Total tørrstoff	63.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	**Total nitrogen - Kjeldahl**					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.0	g/kg TS	0.5	23%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	9530	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125.

Moss 08.11.2018

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Tegnforklaring:
* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr ikke påvist. Estimat: Fra kunde.
Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

AR-001 v 148